

3. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. М.: Энергия, 1977. 416 с.
4. Кириллин В. А. Техническая термодинамика: учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1983. 416 с.

МЕТОД АНАЛИЗА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОКРУЖЕНИЯ ДЛЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭНЕРГООБЛОКОВ НА ПРИМЕРЕ ПГУ

Сойко Г.В., Буров В.Д.
Московский энергетический институт,
SoykoGV@gmail.com, BurovVD@mail.ru

Сегодня основу (более 65 %) российской энергетики составляют паротурбинные ТЭС, которые работают со средним КПД 36 %. В последнее десятилетие в России на ТЭС стали применяться парогазовые технологии, которые позволяют достичь КПД 50 % и выше, так в 2011 г. на ТЭЦ-26 ОАО «Мосэнерго» введен в эксплуатацию энергоблок с самым высоким в России КПД (примерно 58 %). Однако в ведущих промышленно-развитых странах фирмами *General Electric*, *Siemens* уже реализованы проекты ТЭС с КПД более 60 %. Данные ТЭС базируются на высокотемпературных газотурбинных установках (ГТУ) с КПД 40 % и выше [1]. В настоящее время такие фирмы как *Mitsubishi*, *General Electric*, *Siemens* уже имеют достаточно большой опыт по выпуску ГТУ 5-го поколения (F-класс) и реализации различного типа электростанций (газотурбинных и парогазовых) на их основе. К газовым турбинам пятого поколения (F-класс) можно отнести такие ГТУ как M701F (*Mitsubishi*), MS9001FA (*General Electric*), SGT5-4000F (*Siemens*), GT24 (*Alstom*), AE94.3A (*Ansaldo*).

Широкий спектр предлагаемых газотурбинных установок и различные варианты реализации парогазовых блоков на их основе приводят к необходимости проведения технико-экономических оптимизационных исследований направленных на выявления наиболее приемлемого варианта реализации будущего объекта генерации. Такие исследования требуют многократных циклических экономических расчетов для каждого изменения технического параметра для каждого варианта тепловой схемы.

Для сокращения количества необходимых экономических расчетов при технико-экономической оптимизации предлагается применять разработанную в научно-исследовательской лаборатории «Газотурбинных и парогазовых ТЭС» кафедры ТЭС «НИУ «МЭИ» методику независимого анализа экономического окружения. Суть данной методики заключается в рассмотрении экономического окружения и результатов экономической деятельности будущего условного объекта генерации с применением удельных величин. При этом выделяются основные отличительные характерные параметры для каждого из вариантов реализации объекта генерации и исследуются их влияния на экономическую эффективность объекта. В качестве примера реализации данной методики рассмотрим варианты реализации различных схем ПГУ КЭС на базе газотурбинных установок 5-го поколения (класс «F»). Основные параметры, влияющие на итоговый экономический эффект, можно разделить на два типа: параметры, от-

носящиеся к объекту, и параметры, относящиеся к экономическому окружению данного объекта.

Параметры, относящиеся к объекту: электрическая мощность блока, (нетто); КПД (нетто); капитальные затраты на сооружение блока ПГУ; затраты на ремонтно-техническое обслуживание объекта; затраты на заработную плату персонала; затраты на потребляемую воду, смазочные масла, химические реагенты и прочее. Анализ вышеперечисленных параметров показывает, что если перейти к удельным затратам на РТО, воду, смазочное масло, химическим реагентам и прочее, то их в рамках рассмотрения ПГУ на базе ГТУ одного класса можно принять постоянными. Таким образом, переход к рассмотрению блока в «удельных показателях» оставляет только два основных параметра для КПД (нетто) и удельные капитальные затраты на сооружение блока ПГУ.

Параметрами, относящимися к экономическому окружению данного объекта, являются: стоимость топлива; тариф на электроэнергию; тариф на электрическую мощность. Данные параметры постоянны в рамках одной зоны расположения объекта. Для рассматриваемого примера (регион Центр) стоимость топливного газа, цена на электроэнергию и цена на мощность и их изменение в горизонте 2010-2030 приняты по [2].

Таким образом, варьируя КПД нетто от 45 % до 60 % и удельные капитальные вложения от 20 тыс. руб./кВт до 55 тыс. руб./кВт, рассчитываем в программе «Альт-Инвест» удельные показатели экономического эффекта, аппроксимируя которые, получаем уравнение для удельного экономического эффекта (ЧДД – чистый дисконтированный доход) блока ПГУ на базе ГТУ 5-го поколения для региона Центр.

$$Z = A + B \cdot x + C/y + D(x^2) + E/(y^2) + F(x/y) + G(x^3) + H/(y^3) + I(x/y^2) + J(x^2/y),$$
где Z – удельный ЧДД к 22-му году эксплуатации, тыс. руб./кВт; x – удельные капитальные затраты, тыс. руб./кВт; y – КПД блока ПГУ, % нетто; коэффициенты: $A = 268,1724$; $B = -0,8559$; $C = -4873,5191$; $D = -0,0001$; $E = 2168,7887$; $F = 0,54478$; $G = 0,4525 \cdot 10^{-6}$; $H = -33248,491$; $I = -23,1770$; $J = -0,0026$.

С помощью данного уравнения можно получать полные значения ЧДД блока ПГУ без непосредственного обращения к программе экономического расчета при создании оптимизационных программ и алгоритмов.

Библиографический список

1. Газотурбинные энергетические установки: учебное пособие для вузов / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.С. Земцов, А.С. Осыка; под ред. С.В. Цанева. М.: Изд. дом МЭИ, 2011.
2. Сценарные условия развития электроэнергетики на период до 2030 года. М.: Агентство по прогнозированию балансов в электроэнергетике, 2012.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ОХЛАЖДАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТАХ ДСП

Соколова Д.С., Демин Ю.К., Матвеев С.В.

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова
darushka1210@yandex.ru*

По сообщению всемирной ассоциации стали годовая выплавка электро-стали составляет 490 млн тонн и имеет устойчивую тенденцию к росту [1]. При